



TITLE:

臨界点近傍にある液体中での高周波音波伝播とモード結合理論(動的臨界現象の研究,研究会報告)

AUTHOR(S):

志波, 康博; 川崎, 恭治

---

CITATION:

志波, 康博 ...[et al]. 臨界点近傍にある液体中での高周波音波伝播とモード結合理論(動的臨界現象の研究,研究会報告). 物性研究 1981, 37(2): 104-105

ISSUE DATE:

1981-11-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/90389>

RIGHT:

ここに、 $\mu_s$  は  $\xi^{-1} \lesssim A/s < p < A$  ( $\xi$  は相関距離、 $A$  は短波長の cut-off) の波数  $p$  をもつモードをくりこんだ「パラメタ空間」であり、 $\tilde{\alpha} \equiv \max(\alpha, 0)$ 。

(4)式において  $s = (\omega\tau_0)^{-1/z}$  ( $\tau_0$  はラムダ点から離れた点での characteristic time) と置くことが許され、(2)式とともに用いると、 $\alpha_\lambda(\omega)$  に対し次の関係が成り立つ：

$$\alpha_\lambda(\omega) \propto \omega^{1 - \frac{\tilde{\alpha}}{\nu z}} \text{Im } \chi_{II}(0, \tau_0^{-1}; \mu_{(\omega\tau_0)^{-1/z}}) \quad (5)$$

この表式に基づいて、transient の効果即ち  $\mu$  から生じる  $\omega$  依存性について調べることができる。One-Loop の計算の範囲で判ったことは、 $\tau(t)$  に関する transient の効果は一種の普遍的関係にある。即ち、 $\alpha_\lambda(\omega)/\omega^{1 - \frac{\tilde{\alpha}}{\nu z}}$  および  $[\tau(t)/\xi^z]^{-1}$  は、いずれも F モデルの動的パラメタ  $\Gamma'_s$  に比例する(ただし、前者では  $s = (\omega\tau_0)^{-1/z}$  後者では  $s = \xi A$  と置く)。実験的にもこのことはよく成り立っているように見える。

(ii) F モデルの「パラメタ空間」 $\mu$  に対する「くりこみ群」の方程式 (Halperin-Hohenberg-Nelson) を解いて transient の効果を数値的に評価した結果は、 $\alpha_\lambda(\omega)$  および  $\tau(t)$  の実験データとの一致は悪くない。

詳しいことについては、Prog. Theor. Phys. **66** (1981), No.2 参照。

## 臨界点近傍にある流体中での高周波音波伝播とモード結合理論

九大・理 志波 康博・川崎 恭治

臨界点近傍のゆらぎのダイナミクスを探るのに、超音波伝播の分散・吸収は基本的な手段の1つである。川崎は、臨界点付近にある1成分古典流体中の超音波伝播の振舞いを説明するために、音波モードが2つの熱流モードを放出したり吸収したりする過程からのエネルギー散逸を考えた<sup>1)</sup>。しかし最近になって、この川崎によるモード結合理論と実験とのくいちがいが、深刻なものであることが認識されてきた<sup>2)</sup>。すなわち、高周波音波伝播(あるいは、臨界点に極めて近いところでの超音波伝播)の挙動は、理論の予言するそれと、定性的に異ったものとなっているのである。

我々は、この困難は、従来の川崎理論で考慮されていない、音波モードが4つの熱流モードに崩壊する過程をとり入れることで除かれることを指摘した<sup>3)</sup>。

まず、音波分散・吸収に対する、音波モードと4つの熱流モードとの結合の寄与の表式を導き、そこに現われるオーダーパラメタの4体の相関関数を、場の理論的くりこみ群の方法と $\varepsilon$ -展開( $\varepsilon = 4 - \text{空間次元}$ )の手法とを併用して計算した。これと、2体相関関数に対するBrayの表式<sup>4)</sup>を用いて求めた結果は、従来の川崎理論の結果と実験結果との大きな不一致が見出されていた周波数・温度領域での実験結果を、非常にうまく再現していることが示される。

さらに、音波モードが3つの熱流モードに分解する過程を考えることは、液体-気体相転移のIsingユニバーサリティ・クラスからのずれを考慮することに対応しているわけであるが、このいわゆる、転移のAsymmetricな効果の音波吸収に対する寄与は、通常の実験条件下では無視できることが示せる<sup>5)</sup>。

最後に、流体系転移点近くでは、速度場の横成分のゆらぎを媒介にした、オーダーパラメタのゆらぎ間の長距離相関が存在しているが、この流体力学的なゆらぎの相互作用が、音波モードの減衰に与える影響を評価した。そして、この効果は従来の川崎理論の結果にせいぜい数十パーセントの補正を与えるにすぎないことを示した<sup>6)</sup>。

さて、ごく最近になって、FerrellとBhattacharjeeは、周波数依存性をもつ複素比熱を用いて、超音波伝播の分散・吸収を説明することに成功している<sup>7)</sup>。モード・モード結合理論による流体での音波吸収の解釈は、複素粘性率に基づいているわけであるが、この解釈と、Ferrellらの複素比熱に基づく簡単なアプローチとの関連を理解することは今後の課題である。

## 文 献

- 1) K. Kawasaki, Phys. Rev. **A1** (1970), 1750.
- 2) D. Sarid and D. S. Cannell, Phys. Rev. **A15** (1977), 735; D. B. Roe and H. Meyer, J. Low Temp. Phys. **30** (1978), 91.
- 3) Y. Shiwa and K. Kawasaki, Prog. Theor. Phys. **66** (1981) No.2
- 4) A. J. Bray, Phys. Rev. Lett. **36** (1976), 285; Phys. Rev. **B14** (1976), 1248.
- 5) Y. Shiwa, Prog. Theor. Phys. **65** (1981), 2038.
- 6) Y. Shiwa and K. Kawasaki, Prog. Theor. Phys. **66** (1981) No.1
- 7) R. A. Ferrell and J. K. Bhattacharjee, Preprints.